

**Method and apparatus for continuous production of tubular bodies by means of laser longitudinal seam welding**Patent Number: ☐ US4827099

Publication date: 1989-05-02

Inventor(s): GUENTER FRIEDHELM (DE); WAHL HANS-JUERGEN (DE); GROSS HEINZ (DE); GERBER MANFRED (DE); KREBS ROLF (DE); WELSING OTTO (DE); RETZLAFF FRIEDHELM (DE)

Applicant(s): HOESCH AG (DE)

Requested Patent: JP63090383

Application Number: US19870098280 19870918

Priority Number (s): DE19863632952 19860927

IPC Classification: B23K26/00

EC Classification: B21C37/08, C21D9/50K, B23K26/03, B23K26/26B, B23K26/42CEquivalents: ☐ AR243106, BR8704959, CA1288824, ☐ DE3632952, ☐ EP0262363, A3, B1, GR3000250T, GR88300082T, ☐ MX171291, ☐ SU1718714

---

**Abstract**

Method and apparatus for the continuous industrial production of tubular bodies in which coated or uncoated steel strip is formed to a slit tube and the opposite strip edges are longitudinally seam welded at high speed by a laser beam of high energy density under protective gas with or without supply of additive material, and after a preparation adapted to the narrow melt zone and bringing together of the strip edges a fusion welding with subsequent controlled cooling and upsetting is carried out which results in a seam geometry suitable for any further processing.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>  
B 23 K 26/00識別記号  
310庁内整理番号  
J-7920-4E

⑭ 公開 昭和63年(1988)4月21日

審査請求 有 発明の数 2 (全14頁)

⑮ 発明の名称 管状の物体をレーザー縦シーム溶接で連続的に製造する方法及び装置

⑯ 特 願 昭62-241030

⑰ 出 願 昭62(1987)9月28日

優先権主張 ⑱ 1986年9月27日 ⑲ 西ドイツ(DE) ⑳ P3632952.5

㉑ 発 明 者 ロルフ・クレーブス ドイツ連邦共和国ハム・カール・モステルツ・シュトラ  
セ 5

㉒ 発 明 者 オットー・ヴェルジン グ ドイツ連邦共和国ヘーマー・グリューナー・ヴェーク 6

㉓ 発 明 者 フリートヘルム・レッ  
ラフ ドイツ連邦共和国カーメン・メトラー・ヴィルヘルム・ブ  
ツシュ・シュトラセ 8㉔ 出 願 人 ヘツシュ・アクチエン  
ゲゼルシャフト ドイツ連邦共和国ドルトムント1・エーベルハルトシュト  
ラーセ 12㉕ 代 理 人 弁理士 矢野 敏雄 外1名  
最終頁に続く

## 明 細 書

## 1 発 明 の 名 称

管状の物体をレーザー縦シーム溶接で連続的に  
製造する方法及び装置

## 2 特 許 請 求 の 範 囲

1. 管状の物体を製造する方法であつて、被覆  
されているか又は被覆されていない帯鋼から  
連続的にスリット管を形成し、互いに向き合  
つた帯鋼縁を高速でエネルギー密度の高いレー  
ザ光線を用いて添加材料を供給するか又は供  
給しないで保護ガス下で連続縦シーム溶接す  
る形式のものにおいて、- まず溶接しようとする帯鋼縁面を溶接点に  
おけるレーザー光線のフォーカス直径に隣接  
した光線直線の半分よりも小さい平均的な  
粗面深さまで前加工し、- 次に帯鋼縁をほぼずれなしに帯鋼縁の間  
の間隙幅がフォーカス点の直径よりも小さ  
くなるまで相互に接近させ、

- その後で帯鋼縁をフォーカスされたレーザ

光線の光軸から等しい間隔をおいて互いに  
向き合わされた状態でレーザー光線のフォー  
カス範囲を通して導き、小さな制御された  
溶接間隙を維持して帯鋼縁面に対して垂直  
な圧力なしで熔融溶接し、- 次に溶接シーム範囲をC鋼の場合には最  
高鉄炭素線図の停点Ar3に相当する温度ま  
で又は高級鋼及び(又は)オーステナイト  
材料の場合には最高硬固及びアンドライト  
形成温度に相当する温度まで冷却するため  
に冷却区間を通過させ、- 冷却後に溶接シーム範囲を掘込み加工し、  
掘込み距離及び(又は)掘込み力を掘込み  
ビード容積に関連して制御し、掘込みビー  
ド容積が掘込み後の内側及び(又は)外側  
掘込みビードの測定により決定されている  
ことを特徴とする、管状の物体をレーザー縦シ  
ーム溶接で連続的に製造する方法。2. 帯鋼縁面を溶接点におけるレーザー光線のフ  
ォーカス直径に隣接した光線直線の半分より

も小さい平均的な粗面深さまで前加工することをレーザー切断で行なり、特許請求の範囲第1項記載の方法。

3. 帯鋼縁をずれなく接近させるために接近前に存在する帯鋼縁のずれを測定し、溶接点の前で壁厚さの20%の最高値まで減少させる、特許請求の範囲第1項又は第2項記載の方法。

4. 帯鋼縁を光軸から等間隔をおいて互いに向き合わせてレーザー光線のフォーカス範囲を通して導くことをフォーカス点の平らな位置制御によつて行ない、この場合、

- 深さ座標がフォーカスされたレーザー光線の光軸と合致しており、
- 横軸が管軸に対して垂直にかつ円弧セグメントとして構成されており、この円弧セグメントの中心点が管軸上に位置し、円弧セグメントの半径が管軸からのフォーカス点の間隔によつて決められている、

特許請求の範囲第1項から第3項までのいずれか1つの項に記載の方法。

でのいずれか1つの項に記載の方法。

9. 掘込みビード容積を掘込みビードの高さ測定により決定する、特許請求の範囲第1項から第8項までのいずれか1つの項に記載の方法。

10. 掘込みビード容積を掘込みビードの幅測定により決定する、特許請求の範囲第1項から第8項までのいずれか1つの項に記載の方法。

11. 掘込みビード容積を掘込みビードの側面角度の測定により決定する、特許請求の範囲第1項から第8項までのいずれか1つの項に記載の方法。

12. 掘込み距離及び(又は)掘込み力を掘込みビード容積に関連して外掘込みビード容積に対する内掘込みビード容積の比が1:3と等しく又はそれよりも小さくなるように制御する、特許請求の範囲第1項から第11項までのいずれか1つの項に記載の方法。

13. 管状の物体を製造する装置であつて、被覆されているか又は被覆されていない帯鋼から

5. 横座標制御のためにフォーカス点に対する溶接間隙の周方向の偏差又はこの溶接間隙に対して平行なマークの位置偏差を無接触で検出する、特許請求の範囲第4項記載の方法。

6. 深さ座標制御を行なうために管表面と帯鋼縁とフォーカス点との間の、フォーカスされたレーザー光線の光軸に対して平行な間隔の変化を無接触で測定する、特許請求の範囲第4項記載の方法。

7. 溶接間隙幅を溶接点の前で測定しかつ溶接点における溶接間隙幅制御を行なうために入力値として利用する、特許請求の範囲第1項から第6項までのいずれか1つの項に記載の方法。

8. 溶融溶接と掘込みとの間の溶接シーム範囲の冷却度を冷却区間を変えないで、溶接しようとする帯鋼縁を溶接点の前及び(又は)後ろで加熱することにより溶接シーム範囲において掘込み後に検出された温度に関連して制御する、特許請求の範囲第1項から第7項ま

連続的にスリット管を形成し、互いに向き合った帯鋼縁を高速でエネルギー密度の高いレーザー光線を用いて添加材料を供給するか又は供給しないで保護ガス下で連続縦シーム溶接する形式のものにおいて、溶接しようとする帯鋼縁面を溶接点におけるレーザー光線のフォーカス直径に隣接した光線直径の半分よりも小さい平均的な粗面深さまで前加工する帯鋼縁前加工ユニット(17)が設けられており、帯鋼縁(4)と(5)をほぼずれなく帯鋼縁の間の間隙幅がフォーカス点の直径よりも小さくなるまで互いに接近させる案内部材(27)と(28)及び(56)と(57)とが設けられており、

帯鋼縁のずれ及び溶接点と案内部材(27)と(28)との間の溶接間隙幅を検出しかつ比例する電気的なパルスに変換する測定装置(42)が設けられており、

帯鋼縁のずれに対して平行な高さ軸における案内部材(27)と(28)のそのつどの開

間位置を比例する電気的なパルスに変換する位置フィーラ(39)と(40)が設けられており、測定装置(42)と位置フィーラ(39)と(40)との電気的なパルス进行处理しかつ案内部材(27)と(28)を少なくとも帯鋼線のずれに対して平行な高さ軸において制御しかつ案内部材(56)と(57)を管軸に対しかつ光軸に対して垂直な位置を制御する処理装置(41)が設けられており、レーザー光線のフォーカス点を一平面内で、 $\nabla$ 平面内 $\nabla$ 帯鋼線がレーザー光線の光軸から等間隔をおいて互いに向き合つてレーザー光線のフォーカス範囲を通つて案内されるように位置決めし、

- 深さ座標がフォーカスされたレーザー光線の光軸と合致させられており、
- 横座標が管軸に対して垂直にかつ円弧セグメントとして構成され、この円弧セグメントの中心が管軸上に位置しかつその半径が管軸からフォーカス点の間隔によつて決め

比例的な電気的なパルスに変換する温度測定装置(55)が設けられており、

温度測定装置(55)の電気的なパルスで加熱装置(52)を制御する処理装置(54)が設けられており、

溶接シーム範囲を冷却区間を通過したあとで掘込む接近可能な掘込み装置(64)と(65)とが設けられており、

掘込み後に内側及び(又は)外側掘込みビードを測定し、掘込みビードの幾何学的な大きさに比例した電気的なパルスを生ぜしめる検出装置(67)と(68)とが設けられており、

検出装置(67)と(68)との電気的なパルスを用いて掘込み装置(64)と(65)との接近運動を制御する処理装置(66)が設けられていることを特徴とする、管状の物体をレーザー溶接シーム溶接で連続的に製造する装置。

14. 案内部材(27)と(28)及び(56)

られている、

3座標制御装置(60)を備えたレーザー溶接ヘッド(6)が設けられており、

溶接間隙の周方向の偏差又はこの溶接間隙に対して平行なマークのフォーカス点に対する相応の位置偏差を検出しかつ比例的な電気的なパルスに変換する無接触で働く溶接シーム追従系(20)が設けられており、

帯鋼線における管表面の、フォーカスされたレーザー光線のフォーカス点に対する、フォーカスされた光軸に対して平行な間隔を検出しかつ比例的な電気的なパルスに変換する、無接触で働く間隔測定系(58)が設けられており、溶接シーム追従系(20)と間隔測定系(58)との電気的なパルスで3座標制御装置(60)を制御する処理装置(59)が設けられており、

帯鋼線を溶接点の前又は後ろで加熱する加熱装置(52)が設けられており、

掘込んだ後の溶接シームの温度を測定しかつ

と(57)が管周面を特に管長手方向に回転する装置として構成されている、特許請求の範囲第13項記載の装置。

15. 案内部材(27)と(28)及び(56)と(57)が管周面を特に管長手方向に滑動する装置として構成されている、特許請求の範囲第13項記載の装置。

16. 測定装置(42)が光線切断測定装置として構成されている、特許請求の範囲第13項から第15項までのいずれか1つの項に記載の装置。

17. 位置フィーラ(39)と(40)とがポテンシオメータとして構成されている、特許請求の範囲第13項から第16項までのいずれか1つの項に記載の装置。

18. 溶接シーム追従系(20)が光学的に働く系として構成されている、特許請求の範囲第13項から第17項までのいずれか1つの項に記載の装置。

19. 間隔測定系(58)がレーザー測定装置とし

- て構成されている、特許請求の範囲第13項から第18項までのいずれか1つの項に記載の装置。
20. 加熱装置(52)が誘導コイルとして構成されている、特許請求の範囲第13項から第19項までのいずれか1つの項に記載の装置。
21. 加熱装置(52)がレーザー光線加熱装置として構成されている、特許請求の範囲第1項から第19項までのいずれか1つの項に記載の装置。
22. 加熱装置(52)が放熱器として構成されている、特許請求の範囲第13項から第19項までのいずれか1つの項に記載の装置。
23. 温度測定装置(55)が光線ピロメータとして構成されている、特許請求の範囲第13項から第22項までのいずれか1つの項に記載の装置。
24. 据込み装置(64)と(65)がローラ及び(又は)ローラケージとして構成されている、特許請求の範囲第13項から第23項ま

でのいずれか1つの項に記載の装置。

25. 据込み装置(64)と(65)がスリップ成形ブロック及び(又は)リングとして構成されている、特許請求の範囲第13項から第23項までのいずれか1つの項に記載の装置。
26. 検出装置(67)と(68)が光学的に働く装置として構成されている、特許請求の範囲第13項から第25項までのいずれか1つの項に記載の装置。
27. 検出装置(67)と(68)が機械的なテストとして構成されている、特許請求の範囲第13項から第25項までのいずれか1つの項に記載の装置。
28. 検出装置(67)と(68)が誘導的に働く装置として構成されている、特許請求の範囲第13項から第25項までのいずれか1つの項に記載の装置。

### 3 発明の詳細な説明

#### 産業上の利用分野

本発明は管状の物体を製造する方法であつて、

被覆されているか又は被覆されていない帯鋼から連続的にスリット管を形成し、互いに向き合った帯鋼縁を高電でエネルギー密度の高いレーザー光線を用いて添加材料を供給するか又は供給しないで保護ガス下で連続縦シーム溶接する形式のものに関する。

#### 従来技術

管状の物体をレーザー溶接するこのような方法は、公知であり、特に合金された鋼もしくは高級鋼から成る薄壁の管体を製造する範囲で使用される。例えば米国特許第4315132号明細書によれば帯状金属がコイルから引出され、フォーマにおいて連続的にスリット管に成形され、このスリット管の帯状金属縁をレーザー光線で縦シーム溶接することが開示されている。

しかし実地においてはこの方法を利用した場合には壁厚が増大すると上記特許明細書において要求されているように帯状金属縁が正確に位置決めされているにも拘らずかつ帯状金属縁面が良好に前加工されているにも拘らず、このよ

うな形式の溶接では帯状金属縁面に押圧力なしでは十分に満足できるシーム幾何学的形状が得られない。

溶接速度ときわめて急な温度勾配、つまりシーム範囲のきわめて迅速な加熱と冷却及び隣接範囲における低い熱伝導性との協働によつてかつこの溶接方法で生じる溶融池における流れによつて溶接シームの両側で内側及び外側表面に溶接シーム陥没が形成されることが避けられない。

これによつて生じる部分的な壁厚さの減少に基づいてこのような溶接シーム陥没は特に管を曲げ加工法で後続加工するときに危険な個所となる。

西ドイツ国特許出願公開第3304717A1号明細書に開示されている薄板の突合わせ面を溶接する方法には、溶接過程中に溶融部、ひいては突合わせ面を据込むかもしくは変形することが含まれている。

この、管製造方法、例えば誘導溶接法におい

て、プレス溶接として公知であるプロセスは、質的にはそれ程費用のかからない帯状金属線前加工を許す。何故ならば場合によつては不規則性もしくは不完全性を有する溶融部もしくは帯状金属線面の1部分はシーム範囲から押出されかつ掘込みビードの形で溶接シームの内側及び外側表面に凝固するからである。

しかしながら管溶接の場合には溶融部を液状又はこね粉状の状態でプレスすることは距離に関連して行なうことができるが力に関連しては行なうことができない。何故ならば工材の液状の溶融相は測定可能な掘込み力の伝達を許さないからである。この結果は溶接シームの両側でコントロールされない掘込みビードの形成として現われる。

さらに圧延された材料から成る管の場合にはこのようなプレス溶接を用いることは溶接シーム範囲において材料ラインの不都合に大きな偏向をもたらす。

さらに壁厚さが増大するにつれて、レーザー溶

レーザー光線で溶接された管を壁厚さと溶接速度とは無関係なシーム質で工業的に製作することは、全体的な溶接法を個々に制御可能で、壁厚さ及び溶接速度変化に反応する機能を用いて変化させかつ分解することによつてしか行なうことができないという本発明の一般的な思想から出発して、開示された方法は、本来の溶接とそれに続く調整された冷却との後で行なわれる溶接シームの掘込みとによつて、規定された、予測可能でかつ制御可能な溶接シームの形成が行なわれるという利点をもたらす。

帯状金属線が有利な形式でまず僅かな溶接間隙を維持して帯状金属線面に対して垂直な押圧力なして溶融溶接され、かつ規定された冷却の後で掘込まれる前述の方法により、溶融溶接の場合にシームの両側で基材への移行範囲において内側と外側とに生じるシーム陥没が回避される。しかし同時に、プレス溶接の原理が使用されたときに、生じるようなシームの内側と外側とにおいて偶然にかつ形と容積とが完全にコン

接の場合にはきわめて幅の狭いシーム範囲により、きわめて急な温度勾配とに関連して、材料及び形の不完性が掘込みによつて十分除かれない。

発明が解決しようとする問題点

本発明が解決しようとする問題点は金属から成る、レーザー溶接された管の工業的な製作が壁厚さが上昇する場合にもかつ速度が高い場合にも可能であり、すべてのシーム範囲の、製作後に予定されている使用に必要なすべての特性が基材の特性に相応するように構成された組織、幾何学的形状及び材料特性を有する溶接シームが与えられる方法を提供することである。

問題点を解決するための手段

本発明の問題点を解決するための手段は特許請求の範囲第1項に記載されている。

本発明の有利な実施態様は特許請求の範囲第2項以下に記載されている。

さらに本発明によれば本発明の方法を実施するのに適した装置が提供されている。

コントロールされずに形成される溶接ビードが回避される。

レーザー光線を使つた深さ溶接はフォーカス範囲で負荷された材料におけるレーザー光線を取囲みかつ2つの相、つまり溶融された材料と蒸発した電荷された材料、プラズマとから成る熱円筒(キーホール)を形成して行なわれる。

生産速度と規定された出力密度が  $0.5 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$  の場合には前述の方法では前記両方の高吸収性の相は固定的に確立されかつ帯状金属線は溶接間隙の全深さに亘つて溶融温度に加熱される。

さらに記述した方法では掘込み距離及び(又は)掘込み力は掘込みが行なわれた後で掘込みビードに関連して制御される。何故ならば内側においても外側においても層取できる、一様に常にほぼ円弧セグメント状に形成される掘込みビードによつて容積はそのつどの溶接ビードの大きさを一度測定するだけで求めることができるからである。

本発明の方法は測定に応じて壁厚／直径比の大きい管のためにもすべての必要な調節機構、成形装置、監視系と制御装置を準備することによつて良好なシーム幾何学的形状と高い生産速度でレーザー溶接を確実に行なうことを可能にする。

原則的には溶接は保護ガス下で行なわれる。何故ならばこれによつてプラズマ形成は有利に影響されかつ材料が空気酸素と反応することが避けられるからである。帯状金属が溶融温度に加熱されることによつて変化し、再び元の状態に一溶接シーム範囲においても一変化させようとする合金は添加材料の供給を必要とする。

溶接シーム幾何学的形状に関する最高の結果は外側掘込みビード容積に対する内側掘込みビード容積の比が1:3よりも小さいと得られる。

掘込みビード容積を評価するための正確な情報は内側及び(又は)外側掘込みビードを掘込みの直後に掘込みビードの幾何学的な大きさだけをこの大きさに比例する電気的なパルスに変

C鋼と小さい管直径のばあいには完全な光学的な検出装置の代りに誘導的な検出装置がしばしば実地において使用可能である。

そのつど測定される必要のある唯一の幾何学的な大きさは管寸法と検出装置とに応じて掘込みビードの高さ、幅又は側面角度である。

比較的に大きな管直径の場合のもつとも簡単な選択は、掘込みビードの高さを機械的なテスト又は誘導的な検出装置で測定することである。直径の大きな高級鋼管の場合には光学的な幅測定が有意義であるのに対し、小さな高級鋼管の場合、特に高級鋼管の内側掘込みビードの構成を検査したい場合には掘込みビードの上に斜めにあてられる測定光線を用いた側面角度測定が行なわれると有利である。

掘込みの制御はそれぞれ掘込み装置の調節機構を作動することによつて実現される。この場合には有利には掘込みビードの幾何学的な大きさに比例した電気的なパルスを比較し、所定の寸法に対し規定された容積比を関係づけ、これ

換する検出装置によつて測定することによつて得られる。この測定は直径の小さい管の場合には有利には光学的な検出装置で行なわれる。何故ならば小さな構成高さの高い集中度とが内部及び外部からの検出に使用することを可能にするからである。管直径が大きい場合には掘込みビードの機械的な検出が構造が簡単なことから有利であり、反応速度がこの本発明の方法では比較的につくりと変化する掘込みビードの形態に適合させられている。

から制御パルスを掘込み装置の調節機構に与える処理装置が用いられる。

このような掘込み装置の公知である、もつとも簡単な構成はローラ及び(又は)ローラケーシング又は特に耐摩性の材料の場合にはスリップ成形ブロック及び(又は)リングの形で存在する。

溶融溶接と掘込みとの間の冷却は有利にはC鋼の場合には最高、鉄炭素線図の停点Ar<sub>3</sub>に相応する温度まで行なわれ、高級鋼とオーステナイト鋼との場合には最高、凝固及びデンドライト形成に相応する温度まで行なわれる。

この温度限界を維持すると溶融部に十分なかたさ、ひいては掘込み力伝達性が得られるが、同時にビード範囲に応力が凍結されることが回避されるか又は良い冷却硬化をもたらす組織がビード範囲に形成される。

適当に決められた比較的長い冷却区間の場合には冷却値を付加的な熱を帯状金属線に溶接点の前及び(又は)後で供給して制御することが有利である。これによつて種々異なる材料のた



めに種々異なる固有の<sup>性</sup>適温度が得られる。同様に有利であることは据込み温度を据込み後のビード範囲の基準温度に関連して制御することである。何故ならばこの場合には溶接ビード範囲における環境の影響及び変化も検出されかつ考慮されるからである。

温度装置としては放熱ピロメータが用いられると有利である。この放熱ピロメータはビード範囲の温度に比例した電気的なパルスを生ぜしめる。このような比例的なパルスによつて処理装置はもつとも簡単な形式で加熱装置のための制御パルスを形成することができる。

C鋼の場合に用いられる、ビード範囲の上に位置決めされるか又はスリット管もしくは管の周囲に配置された誘導コイルを使用した簡単な誘導加熱の代りに、高級鋼及び(又は)オーステナイト材料の加熱はレーザー光線で行なうことができる。

この場合の利点は正確な熱調量が得られると共に、溶接レーザーの出力が十分である場合に帯

一深さ座標はフォーカスされたレーザー光線の光軸と合致しており、  
一横座標は管軸に対して垂直でかつ中心が管軸上にありかつ半径が管軸とフォーカス点との間の間隔によつて与えられている円弧として構成されている。

このような座標の制御は例えば3座標制御によつて可能である。この場合には周方向の溶接間隙偏差は横座標においてフォーカス点を位置決めするための入力値として無接触なビード追従系により検出されかつ比例する電気的なパルスに変換される。光学的に動く系はこの場合には測定がきわめて正確でかつ外直径とは無関係であり、しかも測定を溶接点に対して同期的にする可能であるという利点を有している。

フォーカスされたレーザー光線の光軸に対して平行であるフォーカス点に対する帯状金属線における管表面の間隔は、比例する電気的なパルスに変換し、間隔測定により深さ座標を制御するための入力値として用いることがきわめて適

状金属線を予熱するためにレーザー溶接光線から部分光線を例えば部分透過性の鏡によつて分離することができることである。

加熱を特に簡単な形式で行なうことは、公知のように電流又はガスで稼働される、ビード範囲の上方に配置される放熱器を用いることによつて可能である。

溶融溶接ビードの最良の当初幾何学的形状は両方の帯状金属線がレーザー光線のフォーカス範囲においてほぼ同じ強さのレーザー光線に晒されることである。レーザー光線の公知の強度分配は、有利には帯状金属線がフォーカスされたレーザー光線の光軸から等しい間隔をおいて向き合つて案内されることによつて達成される。レーザー光線フォーカス直径が0.2 mmと2 mmとの間にある場合には前記間隔は通常は0.04 mmと0.25 mmとの間である。

前記形式の案内は簡単な形式でレーザー光線のフォーカス点が平面位置制御によつて帯状金属線に合わせることにより実現される。この場合、

している。この場合にはきわめて高い正確さでレーザー測定装置が動く。このレーザー測定装置は測定が溶接点のすぐ近くで行なうことができ、測定のために溶接光線から分離された部分光線を利用できるという利点をもたらす。

処理装置はビード追従系と間隔測定系とのパルスを処理することにより簡単な形式で3座標制御のための制御パルスを生ぜしめる。

帯状金属線はレーザー溶接に際して十分な大きさのエネルギーを供給するために、帯状金属線の間隔、つまり間隙幅がフォーカス点の直径よりも小さくなるように接近させられる。これは簡単な形式で管周面の上を特に管縦方向に転動する、公知のローラゲージ又はケージの形をした案内部材及び案内ローラによつて行なわれる。

相応に大きな溶接抵抗を有する材料のためには管周面上を特に管縦方向に滑動する案内部材が有意義である。この案内部材は帯状金属線の滑り案内及び(又は)フォーマ及び成形ブロックから構成されていると有利である。

帯状金属線をずれなしに接近させることを保証するためには、このために必要な案内部材を少なくともずれ方向に平行な高さ軸において制御することである。この場合にはまずこの案内部材と溶接点との間に生じる帯状金属線のずれが測定装置で検出されかつ比例する電気的なパルスに変換される。

この場合に有利であるのは迅速な測定周波数の他に帯状金属線の側面の正しい判断を可能にする光線切断測定装置を用いることである。

帯状金属線を案内するための案内部材の位置を帯状金属線のずれ方向で測定しかつ比例する電気的なパルスに変換する位置フィーラとのコンビネーションで、処理装置は容易にこの案内部材のための制御パルスを形成することができる。有利にはこのような位置フィーラはポテンシオメータとして構成される。同様に処理装置は帯状金属線面を接近させる案内部材のための制御信号を溶接間隙幅測定装置の電気的なパルスから形成することができる。

に切断面の平均粗さが低いことですぐれているレーザー切断法で行なうことができる。この場合には特別なレーザー切断装置の他にレーザー溶接装置の出力が十分である場合にはこのレーザー溶接装置から部分レーザー光線を分離しかつ帯状金属線の切断に使用することもできる。

さらに正確な溶融溶接は溶接点におけるレーザー光線のフォーカス直径に隣接した光線直径の1/2よりも小さい平均粗さを帯状金属線面にもたらす帯状金属線の前加工によつて達成される。この光線直径は壁厚さに関連して調節されるレーザー光線のフォーカス度に関連する。

帯状金属線の前加工は簡単な形式で切削加工例えば平削、研削又はフライス加工を行なう適当な工具を備えた帯状金属線前加工装置を用いて一作業ストローク又は帯状金属線の表面に次第に細かい粗さを与える複数の作業ストロークで切削する加工工程で行なうことができる。

僅かな費用で実現できることは帯状線面を適当な据込み装置を用いて帯材線面に対して垂直に据込前変形することである。帯状金属のローラ及び(又は)ケージ成形の場合には前記の据込前変形は統合されたナイフ円形フレームによつて行なわれる。

同様に有利な形式で帯状金属線の前加工は特

次に図面について本発明を説明する：

原理図(第1図)にはレンズ2でフォーカスされかつ溶接点において $0.5 \times 10^6 \text{ W/cm}^2$ と $5 \times 10^7 \text{ W/cm}^2$ との間の出力密度を有するレーザー光線が示されている。これによつてレーザー光線を材料内で取囲む熱円筒3(キャホール)を形成して帯状金属線4と5とのディープ溶接が可能である。この場合には溶接間隙7の間隙幅6は溶接点9におけるレーザー光線1のフォーカス直径8よりも僅かである。滴状に構成された溶融池10は前方の線11で送り方向12に走入する帯状金属線4, 5を溶融する。溶融金属13(ハッチング)は溶融池10の後方の線ゾーン14において凝固する。

引続き凝固する溶接シーム15は冷却区間16を据込み点16まで通過する。この据込み点16では矢印18で示された据込みが行なわれる。

第2図には原理図1によつて説明した本発明の方法を実施するためのレーザー溶接装置が概略

的に示されている。公知の形式でローラ及び（又は）ケーシング成形によりスリット管19に曲げられた、厚さ5mmの帯状材料は平削による帯状金属線前加工及び粒体による仕上げ研摩加工を既に終えており、帯状金属線4, 5の面に $R_m = 40 \mu m$ の平均粗面深さを有している。

この場合には品質×5CVTi 12のフェライト高級鋼が直径 $D_A = 63.5 mm$ の鋼管に溶接されるものとする。

無接触に働くシーム追従系20は公知の形式で、溶接間隙7の上方に位置決めされたテレビカメラ23の、スリット管表面21に送り方向12に対して斜めに光線を投げる光源22から構成されている。このテレビカメラ23は管表面21から反射するかもしくは溶接間隙7に吸収される光線24により、コントラストの鮮明なビデオ像を撮影し、これは評価装置25で評価される。

フォーカス点9の横座標制御に必要とされる周方向の溶接間隙偏差の検出を行なうためには、

は各ポテンシオメータ39と40とによつて検出され（第2図）かつ比例するアナログ電圧 $U_r$ として処理ユニット41に供給される。

光切断測定装置42は帯状金属線4, 5のずれ及び溶接点9の前の溶接間隙幅8とを測定する。第3a図と第3b図には溶接間隙7の左と右に位置する照射体43, 44を有する光切断測定装置42の作用形式が原理的に示されている。この場合には照射体43, 44は交互に3Hzと等しいか又はそれよりも大きい周波数で溶接間隙7を帯状金属線4, 5に対して斜めにかつ管軸に対して垂直に光を照射する。帯状金属線のずれ45又は46の形態に応じて影の面47と48が形成される。この影の面47, 48はダイオードラインカメラ49により反射の異なる光束50と51とに基づき検出される。

溶接間隙も同様にその幅に応じた影面もしくは吸収面をもたらす。ラインあたり3000画像点までの解像能を備えたダイオードラインカメラ49は帯状金属線のずれ45もしくは46

灰色段階なしで例えば512×256の画像点の二元像を管軸26に対して横方向のハーフ像として撮影する工業テレビカメラで十分である。

評価装置25は入力するビデオ信号の周波数を公知の形式で中間明度値に相当する閾を用いて処理する。この閾は光線24の反射と吸収との間の差を十分に正確に検出する。

コントラスト限界、つまり工材の反射面と吸収面との限界の移動はコントラスト差の面重心を周方向の溶接間隙偏差に比例するアナログ電圧 $U_g$ によつて電子的に検出した後で後続処理に供される。

各帯状金属線4, 5はローラゲージ27と28（第3c図）によつて管外周に適合させられて口径定めされたローラ29-34を用いて外側から案内される。ローラゲージ27, 28は管軸26に対して垂直に高さ調節可能で、支持力をプリズムローラ36, 37, 38を有する支持ローラゲージ35によつて与えられる。ローラゲージ27, 28の調節された高さの程度

の高さに比例した影の面47もしくは48の長さをアナログ電圧 $U_b$ に変換する。このアナログ電圧 $U_b$ は処理ユニット41に供給される。同様に溶接間隙の幅に比例した電圧 $U_s$ が処理ユニット41にカメラ49から供給される。ローラゲージ27と28の高さ位置に比例した電圧 $U_r$ と比較した後で処理装置41は制御電圧を生ぜしめる。この制御電圧は図示されていない、ローラゲージ27と28を高さ調節するための調節モータに供給される。

第2図の製造装置はさらに中間周波数ゼネレータ53で作動される誘導コイル52を有している。中間周波数ゼネレータ53の出力は処理装置54によつて制御される。この処理装置54は掘込み点17の後ろでシーム温度を測定し、ひいては帯状金属線4, 5の予熱を決定する放射ピロメータ55から前記温度に比例したアナログ電圧 $U_t$ を受け、中間周波数ゼネレータ53の制御電圧に変換する。

溶接案内ローラ56, 57はスリット管19

を溶接点9において、帯状金属線4, 5に帯状金属線面に対して垂直な押圧力を生ぜしめることなしに(第4a図)かつ0.3mmの溶接間隙6を維持した状態で案内する。溶接案内ローラ56と57の接近は図示されていない調節モータによつて制御される。この調節モータの制御電圧は処理装置41によつて比例的な電圧 $U_5$ を処理した後で与えられる。

フォーカス点に相応する溶接点9の深さ座標制御を行なうためには測定レーザー58は帯状金属線4, 5におけるスリット管表面の溶接点9に対する、フォーカスされたレーザー光線の光線に対して平行な間隔を測定する。この場合には間隔測定は公知のトライアングル法で行なわれる。このトライアングル法ではレーザー光線が対象物の表面に斜めに向けられ、反射されかつ再び受光される。ラインカメラによつて測定光線の発射点と反射する光線の受光点との間の間隔が測定される。これは対象物の表面に対する距離に直接的に比例しかつアナログ電圧 $U_1$ の形

理装置66はテレビカメラユニット67と68とから出力信号として受取つたアナログ電圧を評価しかつ比較する。

このアナログ電圧はエンドオフコープ69と70でシームの内側及び外側で行なう掘込みビード幅測定から生ぜしめられかつこれに比例しておりかつ次いでテレビカメラユニットにおいて、シーム追従系20のところで説明した規定した中間明度閾を用いたコントラスト検出法に従つて行なわれる処理から生ぜしめられる。

市販のエンドオフコープ69, 70はそれぞれ円形に配置された光導ファイバパッケージを観察するためにかつリング状に配置された光導ファイバパッケージを撮影しようとする範囲を照明するために有している。

第5図には帯状金属線前加工ユニット71が示されている。この前加工ユニット71においてはまだ変形されていない帯状材料72は保持ローラ73, 74によつて案内されており、両方の帯状金属線4, 5において液圧式に当つて

で入力信号として処理ユニットに与えられる。この処理装置59は帯状金属線の周方向の運動に比例する評価装置25からのアナログ電圧 $U_6$ を処理した後で、レーザー溶接ヘッド61の3座標制御装置60の電気的な駆動装置のための制御電圧を発する。

レーザー溶接ヘッド61は保護ガス供給装置62を有し、これを介してレーザー溶接ヘッド61においてレーザー光線を取囲む、図示されていないリング室を通つて保護ガスが溶接点9まで供給される。

熔融溶接されたシーム63は送り速度で冷却区間16を掘込み点17まで通過する。この掘込み点17においてシーム63は掘込みローラ64と65によつて溶接シームの厚さ方向に対して垂直に掘込まれる(第4b図)。

掘込みローラ64, 65の接近調節は図示されていない調節スピンドルに作用する調節モータで行なわれる。この調節モータは制御電圧を処理装置66を介して受取る。このためには処

られた平削工具75, 76で加工される。この場合には帯状金属線4, 5は引張り及び圧縮応力に基づき外側及び内側繊維に成形後に生じる帯状金属線のひずみを補償する角度で軽く斜めに面取りされている。

第6図は寸法が $DA63.5 \times Wd5$ mmである管の熔融溶接されたシーム63の横断面を適当に拡大して示したものである。材料としてはフェライト高級鋼が用いられている。はつきりと判ることは内側と外側とにおいて、シームの左側と右側との基材への移行部にシーム陥没が形成されている。

第7図は同じ管のシーム77の横断面を冷却区間16を通過させられて掘込まれた後で示したものである。シームの内側と外側との掘込みビード容積は約1:10の比であり、管長さに亘つて完全に均一に構成されている。シームの内側と外側のシーム陥没は熔融溶接されたシーム63に較べて材料ラインの著しく強い偏向なしで完全に除かれている。

記述した大きな壁厚さのための方法は3mm以下の小さな壁厚さの場合にも使用することができる。

#### 4 図面の簡単な説明

図面は本発明の1実施例を示すものであつて、第1図は本発明の方法を説明しかつレーザー溶接点における関係を示すための原理図、第2図は本発明の方法を実施するためのレーザー溶接装置の概略図、第3a図と第3b図は線のずれを検出するための光線切断測定法の概略図、第3c図は第2図のA-A線に沿つた概略的な横断面図、第4a図は溶接点の原理的な図、第4b図は掘込み点の原理的な図、第5図は帯状金属線の前加工装置の概略図、第6図はフェライト高級鋼のレーザー溶接後のシーム範囲の研磨面の写真、第7図は同じフェライト高級鋼のシーム範囲の、冷却後に掘込みが行なわれた後の研磨面の写真である。

1…レーザー光線、2…レンズ、3…熱円筒、4、5…帯状金属線、6…間隙幅、7…溶接間

…処理装置、67、68…カメラユニット、69、70…エンドスコープ、71…帯状金属線前加工ユニット、72…帯状金属材料、73、74…保持ローラ、75、76…平削工具

代理人 弁理士 矢野 敏 雄



隙、8…フォーカス直径、9…溶接点、10…溶融池、11…線、12…送り方向、13…溶融金属、14…線ゾーン、15…溶接シーム、16…冷却区間、17…掘込み点、18…矢印、19…スリット管、20…シーム追従系、21…スリット管表面、22…光源、23…テレビカメラ、24…光線、25…評価装置、26…管軸、27、28…ローラゲージ、29、30、31、32、33、34…ローラ、35…支持ローラゲージ、36、37、38…プリズムローラ、39、40…ポテンシオメータ、41…評価ユニット、42…光切断測定装置、43、44…照射体、45、46…ずれ、47、48…影の面、49…ダイオードラインカメラ、52…誘導コイル、53…中間周波数ゼネレータ、54…処理装置、55…放射ビオロメータ、56、57…溶接案内ローラ、58…測定レザ、59…処理ユニット、60…3座標制御装置、61…溶接ヘッド、62…保護ガス供給装置、63…シーム、64、65…掘込みローラ、66

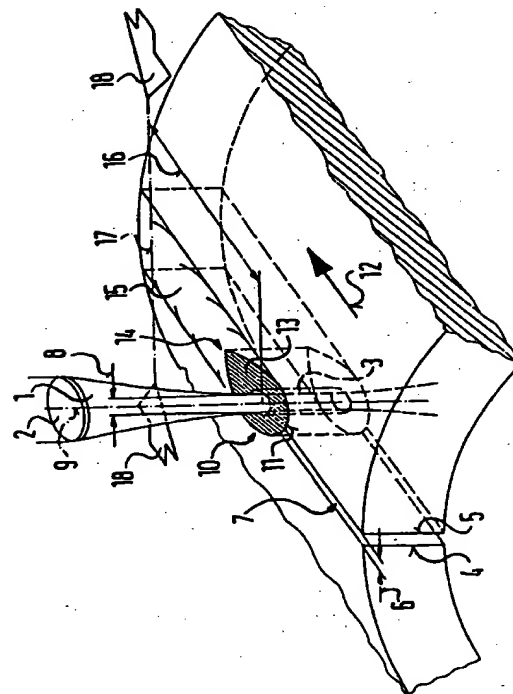


FIG. 1

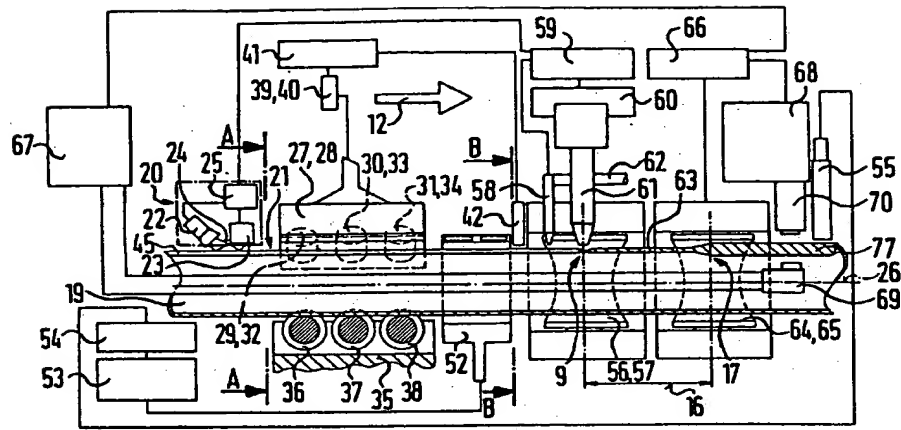


FIG. 2

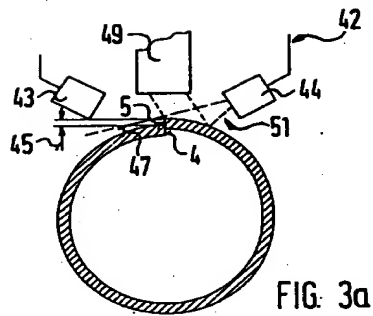


FIG. 3a

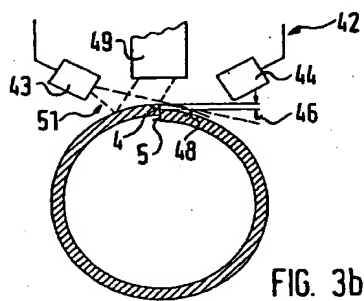


FIG. 3b

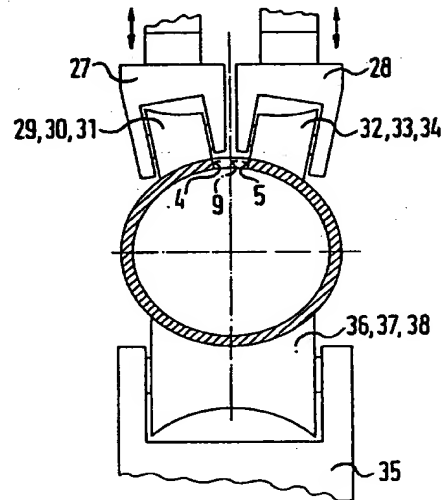


FIG. 3c

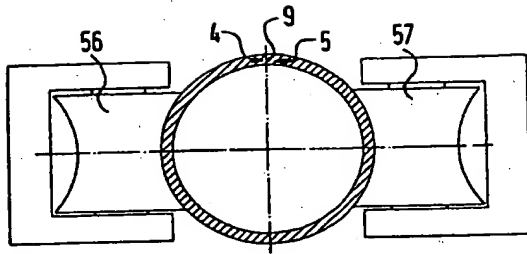


FIG. 4a

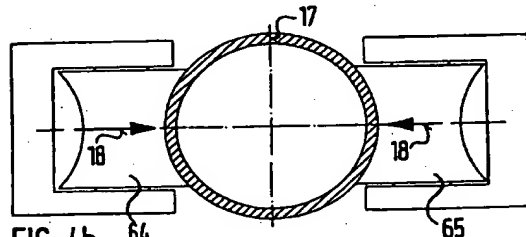


FIG. 4b

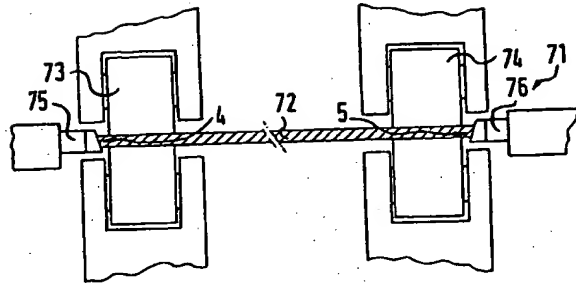
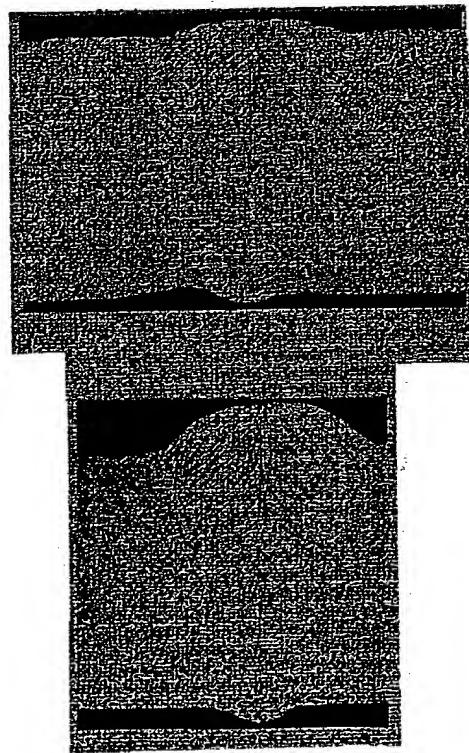


FIG. 5



第1頁の続き

- |      |               |  |
|------|---------------|--|
| ⑫発明者 | フリートヘルム・ギユンター | ドイツ連邦共和国ドルトムント15・エリングハウザー・シユトラーセ 156   |
| ⑬発明者 | ハンス・ユルゲン・ヴァール | ドイツ連邦共和国ミュンスター・プロイル 16                 |
| ⑭発明者 | マンフレート・ゲルバー   | ドイツ連邦共和国ハム1・イエーガーアレー 67                |
| ⑮発明者 | ハインツ・グロース     | ドイツ連邦共和国ドルトムント・ジーブルク・ライヒスマルクシユトラーセ 142 |